



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**27.11.1996 Bulletin 1996/48**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H01R 39/04**

(21) Numéro de dépôt: **96420180.0**

(22) Date de dépôt: **20.05.1996**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE**

- Kammerer, Eric  
80000 Amlens (FR)
- Carrouaille, Michel  
80650 Vignacourt (FR)

(30) Priorité: **22.05.1995 FR 9506334**

(71) Demandeur: **LE CARBONE-LORRAINE**  
**F-92400 Courbevoie (FR)**

(74) Mandataire: **Pigasse, Daniel et al**  
**Pechiney,**  
**Service Brevets,**  
**28, rue de Bonnel**  
**69433 Lyon Cedex 03 (FR)**

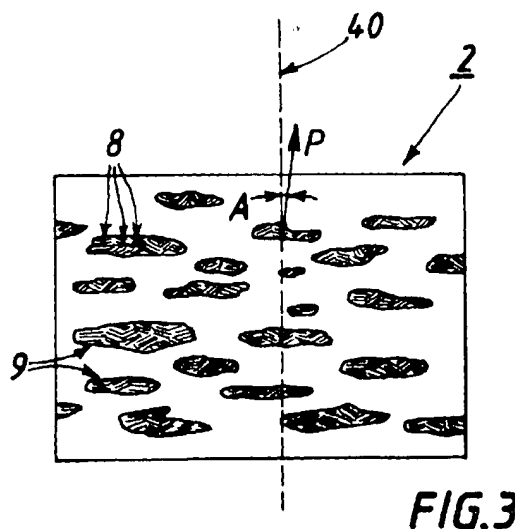
(72) Inventeurs:  
• Steinbach, Friedemann  
80000 Amlens (FR)

(54) **Bagues d'alternateurs et collecteurs cylindriques en matériau composite cupro-graphitique fritté**

(57) La pièce de contact rotative pour élément rotatif de machine électrique selon l'invention est constituée d'un matériau composite cupro-graphitique fritté dont l'axe principal P des paillettes de graphite est sensiblement parallèle à l'axe de symétrie de la pièce de contact rotative. Le matériau composite comprend entre 90 et 98 % de cuivre en poids, possède une densité effective comprise entre 6,5 et 8,5 et présente une forte anisotropie de la résistivité électrique et de la résistance à la flexion.

Les pièces de contact rotatives selon l'invention conduisent à des durées de vie des contacts glissants nettement supérieures à 1500 heures.

Les pièces de contact rotatives selon l'invention sont obtenues selon un procédé comprenant une étape de préparation d'un mélange de poudres de cuivre, d'alliage de cuivre et/ou de composite au cuivre, de graphite et d'au moins un lubrifiant solide, une étape de formation de pièces crues par compression axiale dans un moule et une étape de frittage des pièces sous atmosphère réductrice.



**FIG. 3**

**Description**Domaine de l'invention

5 La présente invention concerne les contacts électriques glissants des machines électriques, telles que des moteurs ou des alternateurs. L'invention concerne plus spécifiquement les pièces de contact rotatives desdits contacts électriques glissants, telles que les bagues d'alternateurs ou les collecteurs cylindriques de moteurs électriques.

Lesdites pièces sont fixées à l'élément rotatif de la machine électrique, généralement à l'une de ses extrémités, et sont parcourues par un ou plusieurs balais, de manière à établir un contact électrique glissant, et à faire transiter  
10 du courant, entre les conducteurs électriques solidaires de l'élément rotatif et les conducteurs électriques immobiles. Les balais comprennent généralement une pièce d'usure à laquelle est fixée un conducteur électrique de raccordement.

L'invention concerne tout particulièrement les pièces de contact rotatives en matériau composite cupro-graphitique destinées à être utilisées en combinaison avec des balais contenant des matériaux carbonés.

Etat de la technique

Selon l'art antérieur, la pièce de contact rotative, qui possède généralement une épaisseur usable nettement plus faible que la longueur usable de la pièce d'usure du balai, est constituée d'un matériau possédant une conductivité électrique élevée et des caractéristiques mécaniques suffisantes pour éviter notamment l'éclatement en rotation. La  
20 pièce d'usure du balai est le plus souvent constituée d'un matériau conducteur plus mou que la pièce de contact rotative et qui offre un comportement tribologique et des propriétés de contact électrique satisfaisants, de manière à éviter une usure rapide du contact glissant et à développer une faible chute de tension entre le balai et la pièce de contact rotative.

Il est bien connu de réaliser les pièces de contact rotatives en alliage cuivreux, tel que du cuivre légèrement allié ou un bronze, et les pièces d'usure des balais en un matériau contenant un matériau carboné, tel que le carbone  
25 amorphe et les graphites naturels ou synthétiques.

Les pièces de contact rotatives en alliage cuivreux sont le plus souvent obtenues par étirage ou emboutissage, et le durcissement causé par les déformations plastiques permet d'obtenir des caractéristiques mécaniques suffisantes sur le produit fini.

On connaît aussi l'utilisation des pièces de contact rotatives en graphite pour la réalisation de moteurs destinés  
30 à fonctionner en immersion dans des milieux agressifs vis-à-vis du cuivre, tels que certaines essences de véhicules automobiles.

De manière à obtenir une résistance mécanique de la pièce de contact rotative supérieure à celle d'une pièce de contact rotative en graphite, il est connu par le demande allemande DE 32 30 298 de réaliser lesdites pièces en composite métallographitique, notamment à partir d'un mélange de poudres de bronze ou de cuivre et de graphite compacté par frittage. Cette approche n'a pas donné d'application connue aux contacts électriques glissants des ma-  
35 chines électriques.

Il est connu d'utiliser des balais dont la pièce d'usure est en composite métallographitique, généralement obtenue par frittage incomplet de la phase métallique ou par imprégnation, avec une proportion de cuivre le plus souvent inférieure à 85 %.

40

Problème posé

La fiabilité d'une machine électrique est un critère qui prend une importance croissante dans le choix d'une solution technique. Ce critère devient décisif lorsqu'une machine électrique est destinée à faire partie d'un ensemble, souvent  
45 complexe, tel qu'un appareillage ou un véhicule automobile, car la défaillance prématurée d'un des composants de l'ensemble réduit la fiabilité de tout l'ensemble et entraîne des coûts d'entretien supplémentaires.

Le critère de fiabilité se traduit en particulier par une durée de vie qui correspond au temps de fonctionnement de la machine, sans entretien et sans surveillance, jusqu'à la première défaillance conduisant à un arrêt et nécessitant une intervention.

50 Or la durée de vie des machines électriques est souvent limitée par l'usure des contacts électriques glissants. Dans les applications courantes basées sur l'utilisation des matériaux connus, les durées de vie connues sont au plus de l'ordre de 1500 heures.

Cependant, quoique de telles durées de vie soient tout à fait satisfaisantes pour un grand nombre d'applications, certains domaines, tels que celui des véhicules automobiles, requièrent de plus en plus souvent des durées de vie  
55 nettement supérieures à 1500 heures.

Objet de l'invention

L'objet principal de la présente invention est une pièce de contact rotative en composite graphite-cuivre dont le taux d'usure en regard de balais contenant un matériau carboné conduit à des durées de vie nettement supérieures à 1500 heures.

Description de l'invention

Selon l'invention, la pièce de contact rotative, telle qu'une bague ou un collecteur cylindrique, destinée à l'élément rotatif d'une machine électrique, telle qu'un moteur ou un alternateur, est constituée d'un matériau composite cupro-graphitique fritté et est caractérisée en ce que ledit matériau composite comprend entre 90 et 98 % en poids de cuivre ou alliage de cuivre, en ce que la densité effective dudit matériau composite est comprise entre 6,5 et 8,5, et en ce que les paillettes de graphite sont fortement orientées par rapport à l'axe de symétrie de ladite pièce de contact rotative, c'est-à-dire que l'axe principal P de plus de 50% des paillettes de graphite est incliné de moins de 45° par rapport audit axe de symétrie, de telle manière que l'anisotropie de la résistivité électrique et de la résistance à la flexion est très prononcée, c'est-à-dire que le rapport  $R_{\parallel} / R_{\perp}$  de résistivité électrique  $\rho_{\parallel} / \rho_{\perp}$  est supérieur à 1,2 et le rapport  $R_{\parallel} / R_{\perp}$  de résistance à la flexion  $R_{\parallel} / R_{\perp}$  est inférieur à 0,8, où  $\parallel$  désigne la direction parallèle audit axe de symétrie et  $\perp$  la direction perpendiculaire.

L'axe de symétrie de la pièce de contact rotative correspond à l'axe de rotation de l'élément rotatif de la machine électrique.

L'axe principal P des paillettes de graphite, qui est sensiblement perpendiculaire au plan apparent des paillettes, correspond à l'orientation moyenne des axes cristallographiques c perpendiculaires aux plans basaux des particules de graphite des paillettes.

De préférence, les particules des paillettes de graphite ont une dimension maximale inférieure à 200  $\mu\text{m}$  et au moins 90% desdites particules ont une dimension maximale inférieure à 100  $\mu\text{m}$ . Des particules de plus grandes dimensions entraînent un nombre de défauts trop élevé et des contraintes mécaniques internes trop importantes.

De préférence, le raccordement des pièces de contact rotatives aux conducteurs électriques de l'élément rotatif est réalisé à l'aide d'un, ou plusieurs, conducteurs de raccordement électrique fixés aux pièces de contact. Les conducteurs de raccordement peuvent être en tout matériau conducteur connu, tel que le cuivre et ses alliages ou l'aluminium et ses alliages.

Selon une variante de l'invention, les pièces de contact, auxquelles sont avantageusement fixés un ou plusieurs conducteurs de raccordement, forment un ensemble séparé qui peut être fabriqué individuellement et ensuite fixé sur l'arbre de l'élément rotatif. Cet ensemble est de préférence maintenu par une pièce de support en matériau isolant, tel qu'une résine polymère éventuellement chargée, qui permet d'assurer un positionnement satisfaisant des pièces de contact les unes par rapport aux autres et par rapport à l'axe de rotation.

La demanderesse a découvert avec surprise que, comme le montrent les exemples, la pièce de contact rotative selon l'invention entraîne des durées de vie du contact glissant nettement plus élevées que celles de l'art antérieur.

Ce constat ne trouve pas d'explication connue et en fait va à l'encontre de l'enseignement habituel de l'état de l'art antérieur, notamment en ce qui concerne les caractéristiques mécaniques des matériaux. L'augmentation de la durée de vie pourrait être liée à une modification des mécanismes tribologiques sous courant électrique et des phénomènes électriques au contact.

Les pièces de contact rotatives selon l'invention présentent l'avantage de se substituer aux pièces de l'art antérieur sans modification majeure des machines électriques et de produire des chutes de tension au contact plus faibles, moins de vibrations, un niveau sonore moins élevé et moins de parasites électromagnétiques, et de permettre des jonctions électriques aisées avec les conducteurs électriques selon des techniques connues, telles que la soudure ou le scellement.

Le deuxième objet de la présente invention est un procédé de fabrication économique de la pièce de contact rotative du premier objet de l'invention.

Le procédé de l'invention comprend les étapes suivantes :

- préparation d'un mélange de poudre de graphite, de poudre de cuivre ou d'alliage de cuivre, et d'au moins un lubrifiant solide,
- formation d'une pièce moulée crue par compression axiale à froid du mélange dans un moule, de telle manière que l'axe de compression coïncide avec l'axe de symétrie de ladite pièce,
- frittage de la pièce moulée crue sous atmosphère réductrice.

De préférence, les particules des paillettes de graphite ont une dimension maximale inférieure à 200  $\mu\text{m}$  et au moins 90% desdites particules ont une dimension maximale inférieure à 100  $\mu\text{m}$ . De préférence, la dimension maximale

des particules de la poudre de cuivre est voisine de celle des particules de graphite et inférieure à 200 µm, et au moins 90% des particules de cuivre ont une dimension maximale inférieure à 100 µm. Des dimensions de particules de graphite et de cuivre trop différentes entraînent en particulier un abaissement des caractéristiques mécaniques et une plus grande porosité. Des particules de cuivre de trop grande taille conduisent à un nombre de défauts inacceptable et des contraintes mécaniques importantes.

Les particules de ladite poudre à base de cuivre ont de préférence une morphologie de surface irrégulière, c'est-à-dire de structure dendritique ou similaire, telle que celle obtenue par voie électrolytique.

Il peut être avantageux d'utiliser du cuivre d'origine électrolytique.

Le ou les lubrifiant(s) solide(s) du mélange est (sont) choisi(s) parmi les lubrifiants solides connus, tels que les stéarates.

La proportion de lubrifiant solide est de préférence inférieure à 5% en poids de manière à assurer une lubrification satisfaisante lors de la mise en forme sans toutefois laisser une porosité trop importante lors du frittage.

La pression de compression est de préférence entre 150 et 350 MPa de manière à assurer une compression suffisante, sans nécessiter des conditions de compression difficiles.

La température de frittage est de préférence entre 500 et 1050°C. Une température inférieure à 500°C donne un frittage incomplet et une température supérieure à 1050°C entraîne un ramollissement important des particules de cuivre, voire leur fusion, et conduit en particulier à des hétérogénéités dans la répartition des particules de graphite. Il est avantageux de réaliser l'opération de frittage à une température entre 700 et 900°C, pour des raisons de coût et de rapidité. Le temps de maintien à la température de frittage est choisi, de préférence entre 1 et 5 heures, de manière à assurer un frittage complet tout en évitant les recristallisations secondaires et l'apparition de défauts et de contraintes.

Il peut être avantageux de sceller les conducteurs électriques dans la pièce de contact rotative lors de la phase de compression.

Il est avantageux de fixer un, ou des, conducteurs de raccordement électrique aux pièces de contact rotatives lors de l'étape de formation de la pièce moulée crue. De préférence, le conducteur de raccordement est fixé par compression axiale dudit mélange autour du conducteur.

Selon une variante avantageuse de l'invention, après les étapes de formation des pièces moulées crues et de frittage selon l'invention, les pièces de contact sont assemblées de manière à former un ensemble rigide séparé, tel qu'un ensemble collecteur, qui peut ensuite être fixé sur l'arbre d'un élément rotatif.

Le procédé de fabrication de l'invention présente l'avantage de ne pas nécessiter l'adjonction de liants organiques ou de métaux. Le procédé selon l'invention présente également l'avantage de produire des pièces de contact rotatives aux cotes souhaitées ou ne nécessitant qu'un simple usinage complémentaire.

#### Description des figures

L'invention sera mieux comprise à l'aide des figures suivantes, qui sont données à titre indicatif et nullement limitatif.

La figure 1 illustre de manière schématisée la configuration d'un contact électrique glissant de machine électrique, avec l'élément rotatif (1), au moins une pièce de contact rotative (2) et au moins un balai, dont n'est représenté que la pièce d'usure (3) sans le système de maintien. L'axe de rotation (4) de l'élément rotatif coïncide ici avec l'axe de symétrie de la pièce de contact rotative (2). Le sens de rotation indiqué est arbitraire. Les directions  $t$ ,  $a$  et  $r$  correspondent respectivement à la direction tangentielle à la pièce de contact rotative, à la direction axiale parallèle à l'axe de rotation et à la direction radiale par rapport au même axe de rotation et par rapport au contact électrique glissant.

La figure 2 a) illustre schématiquement l'élément rotatif (1) d'un moteur électrique tournant autour d'un axe de rotation (4). Le contact électrique glissant comprend des balais, dont ne sont représentées que les pièces d'usure (3), et un collecteur cylindrique (5) comprenant plusieurs lames (6). La figure 2 b) illustre schématiquement l'élément rotatif (1) d'un alternateur tournant autour d'un axe de rotation (4). Le contact électrique glissant comprend des balais, dont ne sont représentées que les pièces d'usure (3), et des bagues (7).

La figure 3 illustre de manière schématique une coupe axiale d'une pièce de contact rotative (2), qui comprend des paillettes (9), constituées de particules de graphite (8) et dont l'axe principal P est incliné d'un angle A par rapport à tout axe (40) parallèle à l'axe de symétrie.

La figure 4 montre la micrographie d'une coupe axiale d'une pièce de contact rotative selon l'invention.

La figure 5 représente schématiquement une coupe longitudinale d'un élément rotatif de moteur, ou rotor, lequel élément rotatif comprend un arbre (10), un induit d'entraînement (11) et un ensemble collecteur (12). L'induit (11) comprend un bobinage (13) et le plus souvent un fer en lamelles (14). L'ensemble collecteur (12) comprend les lames (15) du collecteur, qui constituent des pièces de contact rotatives individuelles, un conducteur (16) de raccordement au bobinage (13) et une pièce de support (17) en matériau isolant. Seuls deux raccords au bobinage sont illustrés de manière à simplifier la figure.

La figure 6 illustre, en demi-coupe axiale, un mode de réalisation du procédé de fabrication selon l'invention qui permet d'obtenir des ensembles de pièces de contact séparés (20) qui peuvent être assemblés ultérieurement sur des

éléments rotatifs.

Selon une première variante, une première étape comprend la formation d'un nombre N de pièces de raccordement en matériau conducteur (étape a). Le mélange selon l'invention est ensuite comprimé, selon l'invention, autour d'une partie de la pièce de raccordement (étape b). Après l'étape de frittage, les pièces de contact (15) munies du conducteur de raccordement (16) sont assemblées et maintenues par une pièce de support en matériau isolant (17) (étape c). On sépare ensuite électriquement les pièces de contact les unes des autres, par tout moyen connu, tel que par usinage, de manière à créer l'espacement (18) nécessaire entre les lames (étape d) et à obtenir une pièce finie (20).

Selon une autre variante, une première étape comprend la formation d'une pièce initiale comprenant les conducteurs de raccordement (étape a'). Le mélange est ensuite comprimé, selon l'invention, autour d'une partie de cette pièce (étape b'). Après l'étape de frittage, on forme la pièce de support (17) (étape c') et on sépare électriquement les pièces de contact les unes des autres, par tout moyen connu, tel que par usinage, de manière à créer l'espacement (18) nécessaire entre les lames (étape d) et à obtenir une pièce finie (20). L'opération de séparation électrique des pièces de contact peut être effectué en partie avant l'étape de formation de la pièce de support.

## Exemples

### EXEMPLE 1 :

Des bagues d'alternateur 12V ont été réalisées selon l'art antérieur et selon l'invention.

Des bagues d'alternateur selon l'art antérieur ont été réalisées par usinage de profilés tubulaires en cuivre non-recuit.

Des bagues selon l'invention ont été réalisées selon le procédé de l'invention à partir de poudre de cuivre électrolytique et de graphite naturel. Les dimensions maximales des particules de cuivre et de graphite étaient comparables et inférieures à 200  $\mu\text{m}$  et au moins 90% des particules étaient de dimensions maximales inférieures à 100  $\mu\text{m}$ .

Le lubrifiant solide était du stéarate de zinc (environ 0,4% en poids dans tous les cas).

Les poudres de cuivre électrolytique et de graphite naturel et le stéarate de zinc ont été mélangés, dans différentes proportions, selon les techniques connues. Des pièces moulées crues ont été formées par compression axiale du mélange dans un moule sous une pression de 195 MPa. La densité des pièces crues était de 7,2 environ. Les pièces moulées crues ont été frittées à 850°C pendant 3 heures, après une montée en température à 50°C/h, sous une atmosphère réductrice comprenant environ 40% d'hydrogène et 60% d'azote. Une coupe micrographique d'une des pièces obtenues est montrée à la figure 4.

La résistivité électrique a été mesurée selon la méthode en 4 points. La résistance à la flexion est mesurée selon la méthode à 3 points, avec des éprouvettes de 36mm x 20mm x 11,3 mm de dimensions, avec un espacement de 27 mm entre les deux points de contact inférieurs.

Les tests de durée de vie ont été réalisés sur banc d'essai sous des conditions réelles d'utilisation. Dans tous les cas, l'intensité était de 3,5A, la température de 100°C, la vitesse de rotation de 10000 tours/min. Le fonctionnement de l'alternateur était continu durant l'essai.

Les essais ont été conduits avec des balais métallographiques de nuance LCL C7364 comprimés selon la direction radiale r. Les balais avaient une section de 4,6mm x 6,4mm et une longueur usable de 10mm.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 1. D correspond à la densité. %Cu et %C correspondent respectivement à la proportion de cuivre et de graphite naturel, en poids, de la pièce frittée. La durée de vie correspond au temps écoulé depuis la mise en route de l'alternateur et la première défaillance liée à l'usure complète de l'un des balais et/ou de l'une des bagues.

TABLEAU 1

Cas	%Cu	%C	Rho	R	D	Durée de vie
1-	100	0	1,0	>1	8,9	1510 h
2-	100	0	1,0	0,9	8,6	1480 h
3-	95	5	2,1	0,4	7,7	3050 h
4-	93	7	2,7	0,3	6,9	3100 h
5-	85	15	2,2	0,4	6,5	1220 h

Le cas 1 concerne les bagues d'alternateur réalisées selon l'état de l'art. Les cas 2 à 5 concernent des bagues réalisées par frittage selon le procédé de fabrication de l'invention, avec des proportions de cuivre et de graphite correspondant à l'invention dans les cas 3 et 4. Chaque cas correspond à 3 essais sur des alternateurs différents.

Ces résultats montrent que la durée de vie est nettement supérieure à 1500 heures pour les bagues d'alternateur

de l'invention.

#### EXEMPLE 2 :

- 5 Des collecteurs cylindriques de moteur auxiliaire de 12V ont été réalisés selon l'art antérieur et selon l'invention. Les collecteurs selon l'art antérieur ont été réalisés par usinage de profilés tubulaires en cuivre non-recuit. Les collecteurs selon l'invention ont été réalisés à partir de poudre de cuivre électrolytique et de graphite naturel selon le procédé de fabrication de l'exemple 1, à l'exception des points suivants. La pression de compression était de 220 MPa. La température de frittage était de 700°C et le temps de frittage de 4 heures. L'orientation des paillettes de graphite était comparable à celle de l'exemple 1.
- 10 Les tests de durée de vie ont été réalisés sur banc d'essai sous des conditions réelles d'utilisation. Dans tous les cas, l'intensité était de 23,0 A, la tension de 11,75 V et la vitesse de rotation de 2500 tours/min. Le fonctionnement du moteur était continu durant l'essai.
- Les essais ont été conduits avec des balais métallographiques de nuance LCL C7273 comprimés selon la direction tangentielle t. Les balais avaient une section de 8 mm x 9 mm et une longueur usable de 10mm.
- 15 Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 2. La notation est la même que celle de l'exemple 1. La durée de vie correspond au temps écoulé depuis la mise en route du moteur et la première défaillance liée à l'usure complète de l'un des balais et/ou de l'un des collecteurs.
- Le cas 1 concerne les collecteurs réalisés selon l'état de l'art. Les cas 2 et 3 correspondent à des collecteurs selon l'invention. Chaque cas correspond à 3 essais sur des moteurs différents.
- 20

TABLEAU 2

Cas	%Cu	%C	Rho	R	D	Durée de vie
1-	100	0	1,0	>1	8,9	1490 h
2-	95	5	2,1	0,4	7,7	2760 h
3-	93	7	2,7	0,3	6,9	3300 h

- 25 Ces résultats montrent que la durée de vie est nettement supérieure à 1500 heures pour les collecteurs selon l'invention.
- 30

#### EXEMPLE 3 :

- 35 Des collecteurs cylindriques de moteur d'aspirateur 1000W à 230 V ont été réalisés selon l'art antérieur et selon l'invention. Les collecteurs selon l'art antérieur ont été réalisés par assemblage de lames individuelles obtenues par usinage à partir d'un profil étiré en cuivre OFHC. Les collecteurs selon l'invention ont été réalisés à partir de poudre de cuivre électrolytique et de graphite naturel selon le procédé de fabrication de l'exemple 1, à l'exception des points suivants. La pression de compression était de 240 MPa.
- 40 La température de frittage était de 900°C et le temps de frittage de 2,5 heures. L'orientation des paillettes de graphite était comparable à celle de l'exemple 1. Les tests de durée de vie ont été réalisés sur banc d'essai sous des conditions réelles d'utilisation. Dans tous les cas, l'intensité était de 5 A et la vitesse de rotation de 25000 tours/min. Le moteur était mis en fonctionnement de manière cyclique, soit 30 s d'arrêt et 30 s de fonctionnement durant tout l'essai.
- 45 Les essais ont été conduits avec des balais carbo-graphitiques de nuance LCL A149 comprimés selon la direction tangentielle t. Les balais avaient une section de 6,3 mm x 11,3 mm et une longueur usable de 20 mm. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 3. La notation est la même que celle de l'exemple 1. La durée de vie correspond au temps écoulé depuis la mise en route du moteur et la première défaillance liée à l'usure complète de l'un des balais et/ou de l'un des collecteurs.
- 50 Le cas 1 concerne les collecteurs réalisés selon l'état de l'art. Les cas 2 et 3 correspondent aux collecteurs de l'invention. Chaque essai correspond à 3 essais sur des moteurs différents.

TABLEAU 3

Cas	%Cu	%C	Rho	R	D	Durée de vie
1-	100	0	1,0	>1	8,9	600 h

TABLEAU 3 (suite)

Cas	%Cu	%C	Rho	R	D	Durée de vie
2-	98	2	2,1	0,3	7,9	1210 h
3-	95	5	2,1	0,4	7,0	1360 h

On constate donc des augmentations relatives de la durée de vie dans les mêmes proportions que pour le moteur auxiliaire de l'exemple 2.

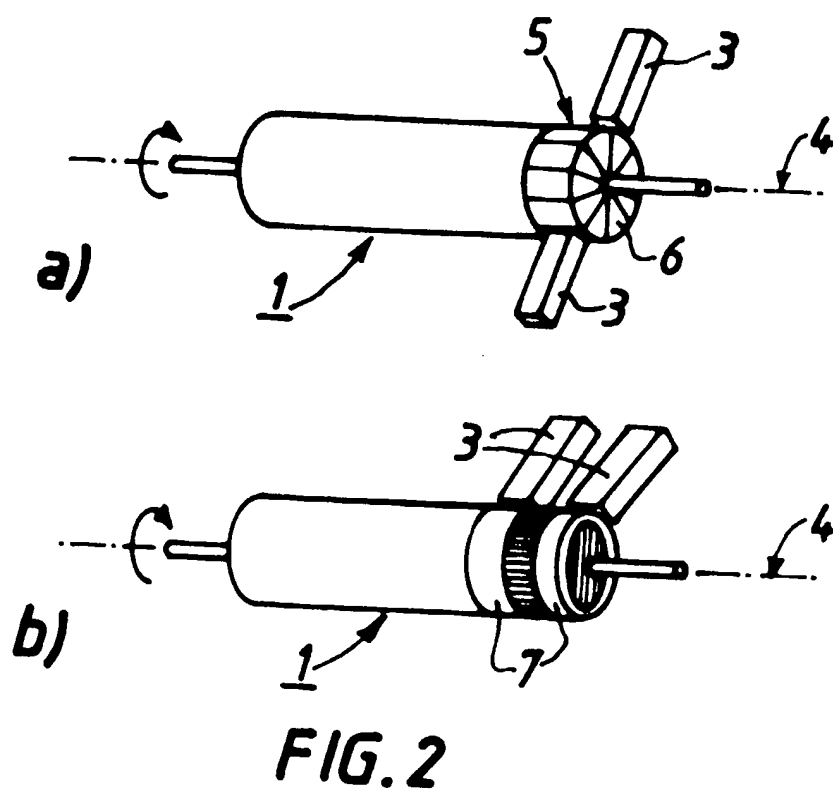
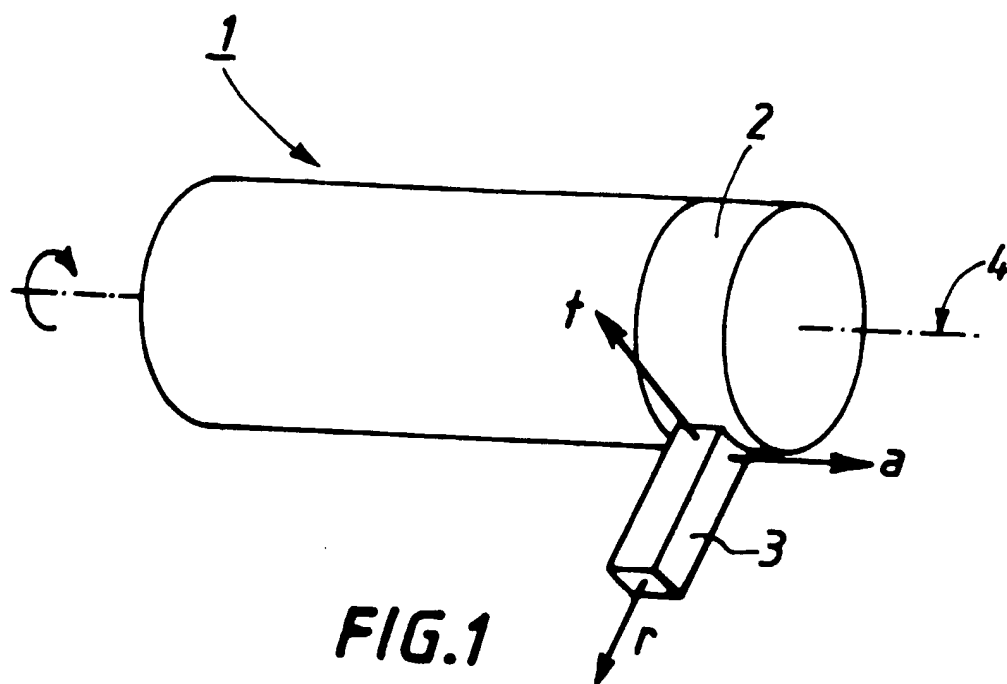
### Revendications

1. Pièce de contact électrique rotative pour élément rotatif de machine électrique constituée d'un matériau composite cupro-graphitique fritté et caractérisée en ce que ledit matériau composite comprend entre 90 et 98 % en poids de cuivre ou d'alliage de cuivre, en ce que la densité effective dudit matériau composite est comprise entre 6,5 et 8,5, et en ce que les paillettes de graphite sont fortement orientées par rapport à l'axe de symétrie de ladite pièce de contact rotative, c'est-à-dire que l'axe principal P de plus de 50% des paillettes de graphite est incliné de moins de 45° par rapport à l'axe de symétrie de ladite pièce de contact rotative, de telle manière que l'anisotropie de la résistivité électrique et de la résistance à la flexion est très prononcée, c'est-à-dire que le rapport Rho de résistivité électrique  $\rho_{||}$  /  $\rho_{\perp}$  est supérieur à 1,2 et le rapport R de résistance à la flexion  $R_{||}$  /  $R_{\perp}$  est inférieur à 0,8, où  $\parallel$  désigne la direction parallèle audit axe de symétrie et  $\perp$  la direction perpendiculaire.
2. Pièce de contact rotative selon la revendication 1, caractérisée en ce que le graphite est d'origine naturelle.
3. Pièce de contact rotative selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que les particules des paillettes de graphite ont une dimension maximale inférieure à 200  $\mu\text{m}$  et en ce qu'au moins 90% desdites particules ont une dimension maximale inférieure à 100  $\mu\text{m}$ .
4. Procédé de fabrication de pièces de contact rotative selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
  - préparation d'un mélange de poudre de graphite, de poudre de cuivre ou d'alliage de cuivre, et d'au moins un lubrifiant solide,
  - formation d'une pièce moulée crue par compression axiale à froid du mélange dans un moule, de telle manière que l'axe de compression coïncide avec l'axe de symétrie de ladite pièce,
  - frittage de la pièce moulée crue sous atmosphère réductrice.
5. Procédé de fabrication de pièces de contact rotatives selon la revendication 4, caractérisé en ce que les particules de ladite poudre de cuivre ou d'alliage de cuivre ont une morphologie de surface dendritique ou similaire.
6. Procédé de fabrication de pièces de contact rotatives selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que le cuivre est d'origine électrolytique.
7. Procédé de fabrication de pièces de contact rotatives selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que la dimension maximale des particules de la poudre de cuivre est voisine de celle des particules de graphite et inférieure à 200  $\mu\text{m}$ , et en ce qu'au moins 90% des particules de cuivre ont une dimension maximale inférieure à 100  $\mu\text{m}$ .
8. Procédé de fabrication de pièces de contact rotatives selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que la proportion de lubrifiant solide est inférieure à 5% en poids.
9. Procédé de fabrication de pièces de contact rotatives selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que le lubrifiant solide est un stéarate.
10. Procédé de fabrication de pièces de contact rotatives selon l'une des revendications 4 à 9, caractérisé en ce que la pression de compression est entre 150 et 350 MPa.

## EP 0 744 793 A1

11. Procédé de fabrication de pièces de contact rotatives selon l'une des revendications 4 à 10, caractérisé en ce que la température de frittage est entre 500 et 1050°C.
- 5 12. Procédé de fabrication de pièces de contact rotatives selon l'une des revendications 4 à 11, caractérisé en ce que la température de frittage est entre 700 et 900°C.
13. Procédé de fabrication de pièces de contact rotatives selon l'une des revendications 4 à 12, caractérisé en ce que le temps de maintien à la température de frittage est entre 1 et 5 heures.
- 10 14. Procédé de fabrication de pièces de contact rotatives selon l'une des revendications 4 à 13, caractérisé en ce que les conducteurs électriques sont scellés dans la pièce de contact rotative lors de la phase de compression.
- 15 15. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 4 à 13, caractérisé en ce qu'au moins un conducteur de raccordement électrique est fixé aux pièces de contact rotatives par compression axiale dudit mélange autour du conducteur de raccordement lors de la phase de compression.
16. Ensemble de pièces de contact rotatives caractérisé en ce qu'il comprend une pièce de support en matériau isolant et des pièces de contact rotatives selon l'une des revendications 1 à 3.
- 20 17. Ensemble selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'au moins une pièce de raccordement électrique est fixée à chaque pièce de contact.
- 25 18. Procédé de fabrication des ensembles selon la revendication 17, caractérisé en ce que la, ou les, pièces de raccordement sont fixées aux pièces de contact rotatives par compression axiale dudit mélange autour des pièces de raccordement lors de la phase de compression.
- 30 19. Procédé de fabrication des ensembles selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comprend la fabrication d'une pièce initiale en matériau conducteur, la compression axiale dudit mélange autour d'une partie de cette pièce initiale et la séparation électrique entre les pièces de contact rotatives par tout moyen connu.
- 35 20. Machine électrique caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une pièce de contact rotative selon l'une des revendications 1 à 3.
21. Machine électrique caractérisée en ce qu'elle comprend un ensemble selon l'une des revendications 16 et 17.





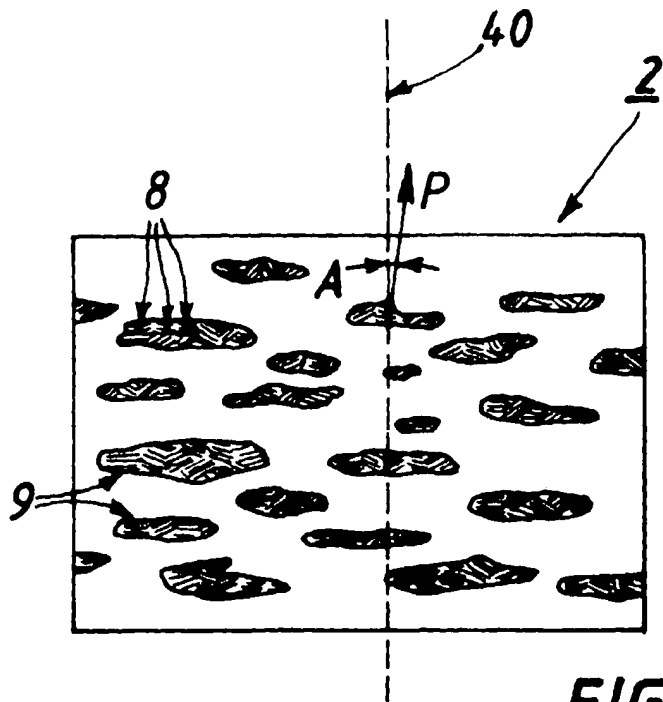
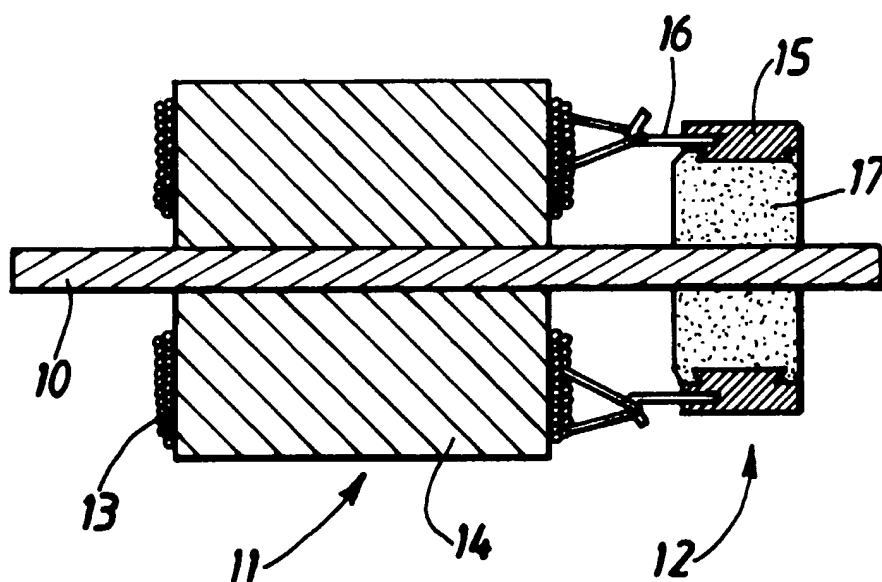


FIG.3

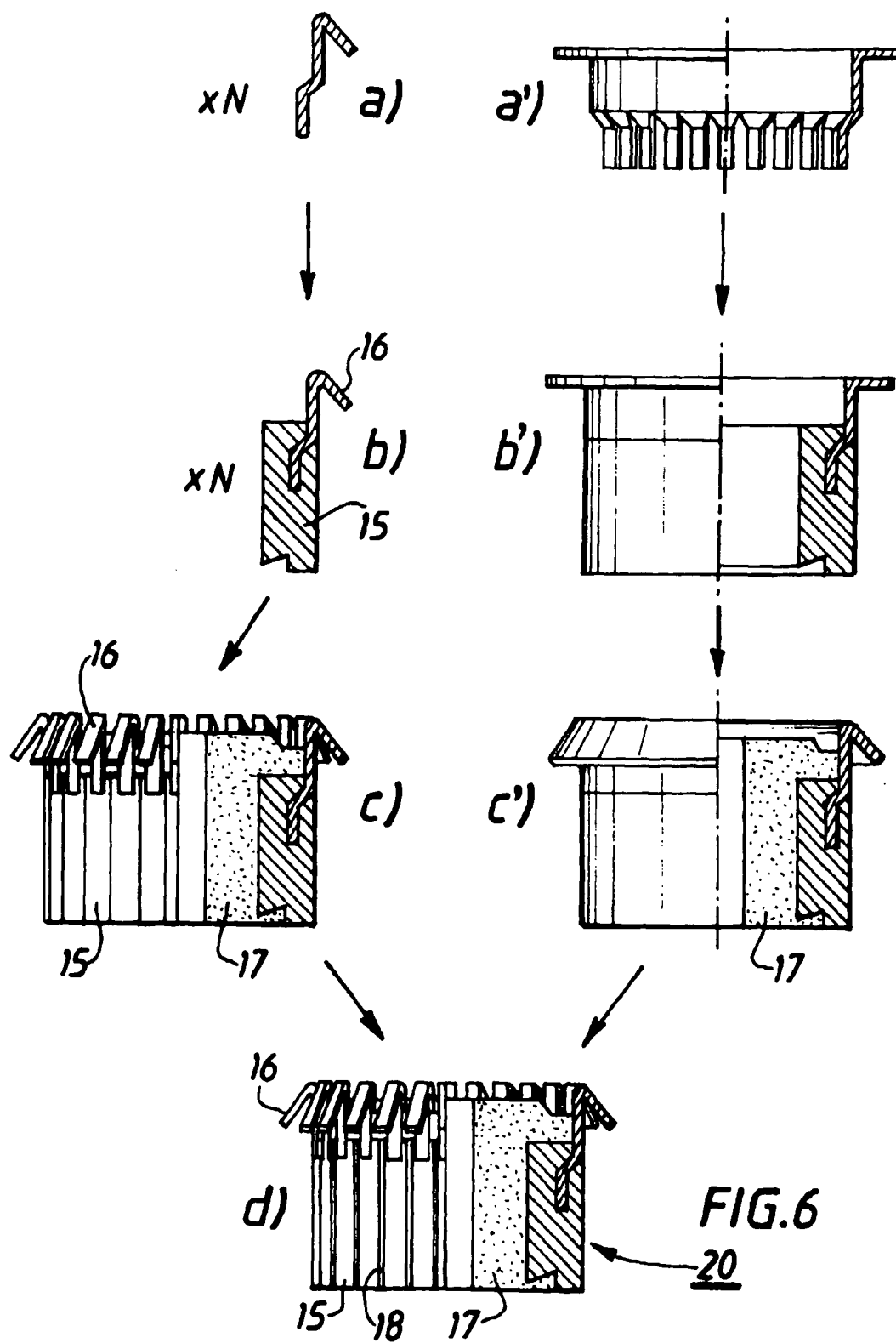


100 $\mu$

FIG.4



**FIG.5**





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 96 42 0180

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes			
A	DE-A-30 23 108 (AUPAC KK) 15 Janvier 1981  * page 8, ligne 5 - ligne 36 * * page 11, ligne 33 - page 12, ligne 6 * * page 16, ligne 1 - page 17, ligne 11; figures 1,4,22 * ---	1,2,4,8,14-21	H01R39/04	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 374 (E-0964), 13 Août 1990 & JP-A-02 136051 (TOYO ELECTRIC MFG CO LTD), 24 Mai 1990, * abrégé *	2,10-12		
A	GB-A-2 086 666 (BOSCH GMBH ROBERT) 12 Mai 1982 * page 3, ligne 35 - ligne 63 * ---	1		
A	EP-A-0 583 892 (JOHNSON ELECTRIC SA) 23 Février 1994 * page 4, colonne 6, ligne 22 - ligne 56; figures 1-7 * -----	15,17-19,21		
				DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
				H01R
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications				
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 20 Août 1996	Examineur Criqui, J-J	
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>				

EPO FORM 150 (01.92) (P04 CO2)